

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-206849

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

F 2 1 V 8/00

6 0 1

F 2 1 V 8/00

6 0 1 C

G 0 2 B 6/00

3 3 1

G 0 2 B 6/00

3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-12907

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月27日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 久保田 兼充

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 舟本 達昭

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 宮下 悟

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

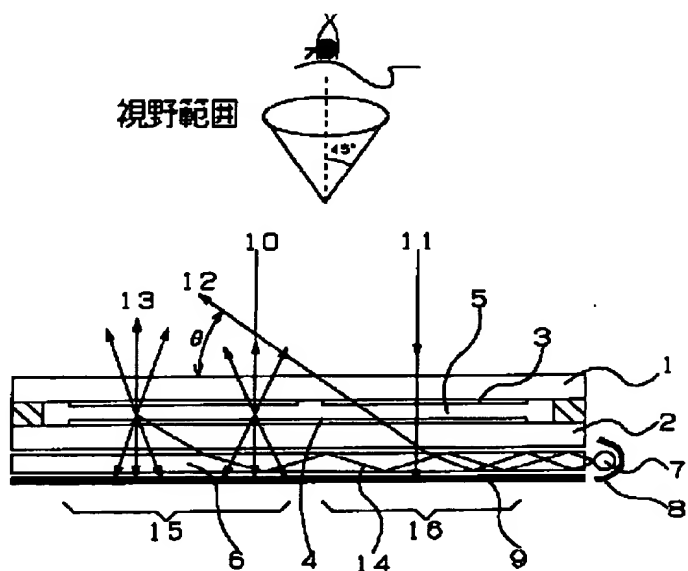
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びそれを用いた電子機器

(57) 【要約】

【課題】 低消費電力で明るい白黒、もしくはカラーの液晶表示装置、及びそれを使用した電子機器を得る。

【解決手段】 光散乱型の液晶表示体と、その下部に配された導光板(6)と発光源(7)及びランプリフレクター(8)から構成された透過型照明体と、光吸収部(9)とから液晶表示装置を構成することにより、外光(周囲光)と上記透過型照明体からの照射光とを加えた明るい液晶表示を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の上、下基板、該上、下基板間に挟持された光散乱型の液晶層とから少なくとも構成される液晶表示装置に於いて、上記下基板の下側に透過型照明体を配し、更に、該透過型照明体の下側に光吸収部を配した事を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記透過型照明体は、表面に複数の光拡散形状が形成された透明な平板からなる導光板と、該導光板の端面側に配置された発光源とから少なくとも構成される事を特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記光拡散形状として、前記導光板の、前記下基板に対向する面に柱状突起を設けたことを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記光拡散形状として、リブ状の突起を、前記導光板の前記下基板に対向する面に設けたことを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に凹形状を設けたことを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に凸形状を設けたことを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に光拡散部材を配設したことを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記光拡散形状の直径または最大径は  $5\mu\text{m}$  以上  $300\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 3 もしくは 5 乃至 7 いずれか記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記光拡散形状の直径または最大径は  $10\mu\text{m}$  以上  $100\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 3 もしくは 5 乃至 7 いずれか記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記光散乱型の液晶層は高分子樹脂と液晶材料との混合物からなることを特徴とする請求項 1 乃至 9 いずれか記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記液晶表示装置の前記上基板にカラーフィルター層を配した事を特徴とする請求項 1 乃至 10 いずれか記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 一対の上、下基板、該上、下基板間に挟持された光散乱型の液晶層とから少なくとも構成される液晶表示装置に於いて、該液晶表示装置の端面側に発光源を配し、更に該下基板の下側に光吸収部を配した事を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】 請求項 1 乃至 12 いずれか記載の液晶表示装置を有する事を特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光散乱型の液晶表示装置ならびに該液晶表示装置を表示部に有する電子機器に係わり、特に液晶表示部の照明方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 反射型液晶表示装置は微小電力で動作する表示装置として、携帯電話、デジタルウォッチ、電卓、携帯情報機器等、特に携帯型の小型情報機器の情報伝達媒体として大きな発展、普及を遂げてきた。表示モードもそれに合わせて、TN型、STN型、強誘電型等多種発明されてきた。

【0003】 該反射型液晶表示装置は、携帯電話、ウォッチ等、夜間など暗い環境下でも充分にその表示機能を果たす様に照明手段が必須の商品も多い。

【0004】 図3は、従来から最も広く用いられている照明手段を含むTN型の反射型液晶表示装置の断面図である。31、32は、それぞれ上、下基板、33、34は該上、下基板31、32の互いに対向する面上に形成された透明電極、35は液晶層、36、37はそれぞれ上偏光板、下偏光板、38は半透過反射板で、以上でTN型液晶表示体が構成されている。詳しい動作原理については、文献1（「液晶デバイスハンドブック」、日本学術振興会第142委員会編、日刊工業新聞社発行、P303～386）に記載されているので参照されたい。

【0005】 39は導光板、40は該導光板39の下面に設けられた光反射部、41は発光源、42はランプリフレクターで、以上39～42から照明体が形成されている。暗い環境下に於いては、上記照明体から発せられた光が前記半透過反射板38を通して裏面より液晶表示部を照明する。

【0006】 図3に示される照明手段を有する反射型液晶表示装置の問題点として以下のことが挙げられる。

【0007】 (a) 反射表示が暗く視認性が劣る。理由は、偏光板36、37により入射外光の約65%が吸収されてしまい残りの35%の光しか表示に利用できないため暗い表示外観しか得られなかった。更に、上述したように暗い環境下でも表示機能を得る目的で照明体を裏面に配置した関係で、半透過反射板38を液晶表示部の下面に配置してある。通常、該半透過反射板38は、約80%の光を反射し、10%の光を透過させる機能を持たせた物が多い（残りの10%は半透過反射板38自身の光吸収損失である）。従って、反射型表示画面の明るさは更に20%減衰し、結果として入射外光の約30%以下の光しか反射表示に寄与していない。よって通常の紙のように白色地で70～80%の入射外光を反射させる表示に比べ、非常に暗く視認性の悪い表示装置になっていた。

【0008】 (b) 一方、暗い環境下に於いては、前述したように、発光源41とランプリフレクター42と光拡散部が形成された導光板39と該導光板39の下面に配された光反射部40とからなる照明体により液晶表示体の背面より光を照射して表示の読み取りを可能にしている。ここでは前述したように透過率10%程度の半透過反射板38を通して照明するため発光光量の約10%程度しか照明に寄与されない。つまり残りの90%の発

光光量は無駄使いとなっている。これは電池を主電源にする携帯用電子機器の電池寿命を縮める結果となり省エネルギーの面からも好ましくない。

【0009】以上、主に白黒表示の反射型液晶表示装置についてその問題点を記述してきたが、反射型のカラー液晶表示装置になるとその暗さ、無駄なエネルギー消費は更に大きな問題となる。

【0010】図4は従来の照明手段を有するTN型の反射型カラー液晶表示装置の断面図である。50、51はそれぞれ上、下基板、52、53、54は各々該上基板50上に形成された赤、緑、青色等からなるカラーフィルター層である。図4では、各カラーフィルター層52、53、54の間に通常設けられるブラックマトリックス部が省略されているがカラー画質を上げるためにも勿論あった方が好ましい。55は該カラーフィルター層52、53、54の各画素毎に対応した透明電極、そして56は下基板51上に形成された透明電極である。57は液晶層でここではネマチック液晶からなりTN型液晶表示に適した配向方位を取らせてある。58、59はそれぞれ上、下偏光板で、60は半透過反射板である。以上で、TN型の反射型カラー液晶表示体が構成されている。61は導光板、62は光反射部、63は発光源で、以上61、62、63から照明体は構成され液晶表示体の背面より光を照射する。

【0011】図4に示す従来の反射型カラー液晶表示装置によれば、図3に示した従来の反射型白黒液晶表示装置に比べカラーフィルター層52、53、54が入射外光の60～70%を更に吸収してしまうため結果的に反射型カラー液晶表示装置の明るさは、反射型白黒液晶表示装置に比べ更に約1/3、つまり入射外光の10%前後の非常に暗い表示となってしまう、これではカラー表示が全体的に黒っぽくなりカラー印刷物に比べ非常に見劣りのする表示画面にしかならなかった。更に、暗い環境下での照明に際しても、前述した反射型白黒液晶表示装置に比べ、上記カラーフィルター層での損失を補うために約3倍の発光量が必要となり、しかもそのうち約90%は半透過反射板60によりカットされてしまい、特に電池を主電源とする携帯型電子機器の電池寿命を更に縮め、省エネルギーの面からも大きな問題となっていた。

【0012】最近、携帯型パソコン等では、カラー表示の画質を重視し、反射表示をあきらめて透過型表示に絞り、半透過反射板60を除いて、背面からの照明体(61、62、63)だけでカラー表示を実現させているケースが殆どである。この場合、屋内外の明るい環境下でも視認性が高く良好なカラー表示実現のために、明るい環境に打ち勝つだけの照明光量が必要になる。しかも、背面からの照明光量のうち約90%は上記上、下偏光板58、59及びカラーフィルター層52、53、54により吸収され、残りの約10%の光量しか表示に寄与で

きないため、表示に要するエネルギーは非常に大きなものとなり、対角6インチのTN型カラー表示装置で約2ワットの表示照明用のエネルギーが常に必要になっていた。これでは、電池が主電源である携帯型電子機器に於いては、連続作業時間の短さ、電池交換の煩雑さ、省エネルギー、省資源の点からも大きな問題となっていた。

【0013】以上述べたとおり、従来、携帯型電子機器の表示装置として広く用いられてきた照明体を有するTN型の液晶表示装置に於いては、上下2枚の偏光板、半透過反射板、さらにはカラーフィルター層により、光が吸収またはカットされ大きなエネルギー損失をもたらし、表示の暗さ、電池寿命の短縮化等大きな問題を抱えていた。これらはTN型以外でもSTN型、強誘電型等、偏光板を使用する表示モードでは全てに共通する問題であった。

【0014】一方、近年明るい反射型液晶表示を実現するモードとして偏光板を使用しない光散乱型モードの液晶表示装置が提案されている。

【0015】この光散乱型モードも種々存在し、例えば動的散乱モード(DSMモード)や、ネマチック液晶とコレステリック液晶とを混合した液晶層を使用し電圧印加の有無により液晶分子の配列(プレーナー配列(透明)とフォーカルコニック配列(光散乱))を切り替えて表示させるモードなどもあるが、中でも将来の期待が大きいモードが、高分子樹脂とネマチック液晶との混合物で液晶層を構成した高分子分散型液晶表示(PDLC型)モードである。

【0016】この高分子分散型液晶表示装置については、特開昭63-271233、特開平2-15236や特開平3-52843他に詳述されているが、図5に従来の反射型の高分子分散型液晶表示装置の断面図を示す。71、72はそれぞれ上、下基板、73、74は各々上、下基板71、72の互いに対向する面上に形成された透明電極、76は液晶層でネマチック液晶材料と高分子樹脂との混合物からなる。75は光吸収部(ここでは黒色層)である。今ここで、領域78を電圧無印加領域とすると、この領域78では上記ネマチック液晶材料の屈折率と高分子樹脂の屈折率とが異なるために入射外光79は光散乱を受け、その一部は光吸収部75側へ散乱しそこで吸収されるが、残りは表示体の前面側に散乱されるため該領域78では白濁状態の白色表示外観となる。一方、領域77を電圧印加領域とすると、ここでは上記ネマチック液晶材料の屈折率と高分子樹脂の屈折率とが略一致し入射外光80は液晶層76で散乱を受けずにそのまま透過し光吸収部75に達しそこで吸収される。従って、該領域77では黒色の表示外観を呈する。このように電圧の有無により白色外観と黒色外観とを切り替えて表示機能を実現している。

【0017】以上のように、高分子分散型液晶表示装置は偏光板を使用しないため入射外光の利用効率の高い明

るい表示が実現できる。しかし、夜間のように暗い環境下で表示読み取りを可能にするためには表示を照明する手段が必要になるが、図3、図4に示した従来の液晶表示装置に用いられていた背面に照明体を配置する方法は好ましくない。その理由は、図5に示したように反射型の高分子分散型液晶表示装置に於いては最下面に黒色等の光吸収部75を配するため、その下に照明体を配しても光を通す事はできない。勿論、該光吸収部を半透明にして光の一部透過性を与えておけば裏面からの光照射が可能になるが次の2点の問題がある。

【0018】(イ) 一部光透過性を持つ光吸収部であるため、反射表示の時、黒表示部が完全に光を吸収しないため完全な黒色とはならずそのため表示コントラスト比が低下する。

【0019】(ロ) もっと大きな問題として、暗所に於いて背面から照明体を点灯させたとき電圧印加部(透明部)も電圧無印加部(光散乱部)もともに白く明るい外観を呈し、表示コントラスト比が殆どとれず表示機能が失われてしまうこともある。

【0020】次に、高分子分散型液晶表示装置のカラー化について考えてみる。高分子分散型液晶表示装置は、前述した通り偏光板を使用しないためTN型液晶表示装置より明るい反射型表示が得られるが、図5に示す様に入射外光79のうち一部は光吸収部75側に散乱して吸収されてしまう。この吸収量は光散乱型の液晶層76の構成にも依るが、60~70%にも達する事が多い。従って、該液晶表示装置の上側に散乱されて戻る光量は入射外光79の30~40%となる。更に、上基板にカラーフィルター層を配して高分子分散型の反射型カラー液晶表示装置としたときには、やはりカラーフィルターにより光吸収を受けるため、更に暗いカラー表示となり、実際、室内等の入射外光のみでは必ずしも視認性の高い明るいカラー表示は得られなかった。この事から、明るいカラー表示を低消費電力で実現するために、エネルギーの利用効率の高い補助照明手段が求められてきた。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したような光散乱型の明るい反射型液晶表示装置の特に暗い環境下に於ける照明手段として、従来の表示体で使われた背面に照明体を配置する方法を取ったときに生ずる前述した問題点(イ)、(ロ)を解決し、消費エネルギーの無駄使いを改善した照明手段を提供し、明るい表示と、エネルギー利用効率の高い照明手段による長い電池寿命とを両立させた光散乱型の反射型液晶表示装置を実現させると共に該表示装置を使用して携帯型の電子機器の低エネルギー化と表示視認性の向上を図ることを目的としている。更には、カラーフィルターを上基板に配した高分子分散型のカラー液晶表示装置に於いても、改善した照明手段により、前記課題を解決して、明るく視認性が良く、かつエネルギー利用効率が高く低消費電力のク

ラー液晶表示装置を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために本発明に於いては、

(1) 一対の上、下基板、該上、下基板間に挟持された光散乱型の液晶層とから少なくとも構成される液晶表示装置に於いて、上記下基板の下側に透過型照明体を配し、更に、該透過型照明体の下側に光吸収部を配した事の特徴とする。

【0023】(2) 前記透過型照明体は、表面に複数の光拡散形状が形成された透明な平板からなる導光板と、該導光板の端面側に配置された発光源とから少なくとも構成される事の特徴とする。

【0024】(3) 前記光拡散形状として、前記導光板の、前記下基板に対向する面に柱状突起を設けたことを特徴とする。(4) 前記光拡散形状として、リブ状の突起を、前記導光板の前記下基板に対向する面に設けたことを特徴とする。

【0025】(5) 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に凹形状を設けたことを特徴とする。

【0026】(6) 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に凸形状を設けたことを特徴とする。

【0027】(7) 前記光拡散形状として、前記光吸収部と対向する面に光拡散部材を配設したことを特徴とする。

【0028】(8) 前記光拡散形状の直径または最大径は5 $\mu$ m以上300 $\mu$ m以下であることを特徴とする。

【0029】(9) 前記光拡散形状の直径または最大径は10 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下であることを特徴とする。

【0030】(10) 前記光散乱型の液晶層は高分子樹脂と液晶材料との混合物からなることを特徴とする。

【0031】(11) 前記上基板にカラーフィルター層を配した事の特徴とする。

【0032】(12) 一対の上、下基板、該上、下基板間に挟持された光散乱型の液晶層とから少なくとも構成される液晶表示装置に於いて、該液晶表示装置の端面側に発光源を配し、更に該下基板の下側に光吸収部を配した事の特徴とする。

【0033】(13) 前記(1)乃至(12)いずれか記載の液晶表示装置を有する事の特徴とする電子機器である。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、実施例に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0035】(実施例1) 図1は、本発明に基づく第1の実施例で、1、2はそれぞれ上、下基板、3、4はそれぞれ上、下基板1、2の互いに対向する面上に形成された透明電極、5は光散乱型の液晶層で、ここでは、ネ

マチック液晶材料と高分子樹脂との混合物からなる高分子分散型液晶を使用しているが、勿論、その代わりに、前述した動的散乱液晶（DSM型）やネマチック液晶材とコレステリック液晶材との混合物からなる光散乱型液晶を使用しても本発明の目的、効果は達成できる。6は表面に、後述する複数の光拡散形状が形成された透明な平板からなる導光板、7は該導光板6の端面側に配置された発光源で冷陰極放電管、熱陰極放電管、発光ダイオード（LED）又は小型電球等からなる。8はランプリフレクターで、以上6、7、8で透過型照明体が構成されている。上述した透過型照明体は、上面からの光に対しては単なる透明板として作用し、重なり合った液晶表示体の視認性を落とすものではない。又、発光源7から発せられた光は導光板6内に導かれ、該導光板の主一面より光を出射させる機能を持つ。

【0036】図6は上記透過型照明体の具体例で、図6（a）は外観図、図6（b）は断面図である。導光板111は図6（a）に示すように透明板の片面に光拡散形状として柱状の突起112を設けており、図6（b）に示すように、該柱状の突起112の各面はすべて面113に対して略平行な面（上面114）と略垂直な面（側面115）で構成される。導光板111は概ね屈折率1.4以上の透明材料で形成される。発光源110からの光束は光線119aや光線119bに示すように端面116から入射したのち、導光板111の中で全反射を繰り返し突起112の側面115からのみ射出するため、導光板111の上面から斜め上に向けての光が多く、被照明体161（ここでは図1に示された光散乱型の液晶表示体である）を効果的に照明することができる。

【0037】この時、出光面である側面115から出射される光の角度（ $\theta$ ）は面113に対して約0度から20度の間に約90%以上の光が出射される事が実験の結果確かめられている。また、該導光板111の上方より入射する外光162に対しては、該導光板111の表面が滑らかに加工されてさえいれば光を散乱させる核が殆ど存在せず上部より観察するとあたかも透明平板があるのと同様に見え、被照明体161の見栄えを殆ど損なわないことが確認されている。柱状の突起112の上面114の大きさ（直径）は、可視光の波長がおおよそ380nmから700nm程度であることから、回折による影響が発生しないために5 $\mu$ m程度以上は必要であり、また、柱状の突起112部が肉視で気にならない程度の大きさであるために概ね300 $\mu$ m以下が望ましい。以上の内容に加え、製造上の利便性から突起の大きさはおおよそ10 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下が望ましい。又、柱状の突起112の高さは、概ね上面114の直径とほぼ同じが好ましい。発光源110としては冷陰極放電管、熱陰極放電管等の管状光源でもLED、豆電球等の点状光源でもどちらでも良い。又、図6に於いてはランプリフレ

クターの図示は省略されているが、勿論あれば更に光エネルギーの利用効率は向上する。

【0038】本実施例に於いては、図6に詳述された透過型照明体を図1に示した透過型照明体（6、7、8）として用いている。ここで、図1に戻り、光散乱型液晶表示装置に於ける該透過型照明体（6、7、8）の動作について説明する。発光源7から発せられた光束は導光板6内に導入され、全反射を繰り返しながら奥へと導光（14）される。該導光（14）が図6で示された柱状の突起の側面部に達するとそこから導光板6外（図1では斜め上方）へ放出される。そして、該放出光が電圧無印加領域（光散乱部）15に達した場合には、そこで散乱を受けてほぼ全方位に向けた散乱光13となるが、その中でも上方向へ散乱される光の割合が多く、該領域15は、上方向からの観察者には白濁した明るい白色の表示に見える。この時、外光10による散乱光も加わるため、合わせて明るい白色表示となる。一方、電圧印加領域（透明部）16に達した放出光12は、該領域16では散乱されずにそのまま斜め上方向へ放出（12）される。この時、前述したように放出光12と導光板6の上面とのなす角 $\theta$ が20度以内に全放出光の90%以上が放出されるため、液晶表示体の法線方向から45度の円錐コーンを、今、仮に視野範囲とした場合、その範囲内では殆ど放出光12は観察されない。従って、上方向からの観察者には、該領域16は光吸収部9の色即ち黒色として観察される。このようにして、白と黒の表示を印加電圧の有無により切り替えて表示機能が実現できる。

【0039】以上、本発明に基づく実施例によりその動作を説明したが、上述したように、電圧無印加領域15に向けて放出された光はそこで散乱を受けるが、その内、約60～70%の光は上方向（観察者方向）へ散乱されるため、前述した従来例に示した偏光板、半透過反射板を通して裏面から光を照射する方式に於ける光の利用効率3%（偏光板30%×半透過型反射板10%）に比べて格段にその光エネルギーの利用効率は向上する。更に、光散乱型液晶を用いているため、偏光板等による光吸収損失も少なく併せて明るい液晶表示装置が実現できる。これらの効果により、特に、携帯電話、携帯パソコン、データターミナル機器等の携帯型の電子機器にとっては、主電源である電池の寿命を延ばし煩雑な電池交換回数を減らすとともに、明るい表示と省エネルギーを両立させるという点で、特に望ましい液晶表示装置となる。

【0040】更に、前述した従来技術で示した課題（ロ）の、極端な表示コントラスト比の低下に関しては、本発明によれば光透明部16からは、前述した通り、液晶表示体の法線方向から45度以内の観察者に向けて殆ど照明光が出ないため黒い表示外観が確保でき良好なコントラスト比を持った表示が実現できる。それにも増して、光散乱部に於いては入射外光10の散乱光に

加え、導光板 6 からの放出光の散乱光 13 も加わって上面に散乱されるため更に明るい白色外観となり表示コントラストは更に向上し、より明るく視認性の高い反射型液晶表示装置が実現できる。

【実施例 2】図 2 は本発明に基づく他の実施例で、照明手段を有する光散乱型のカラー液晶表示装置の断面図である。201、202 はそれぞれ上、下基板、206、207 はそれぞれ上、下基板 201、202 の互いに対向する面上に形成された透明電極、208 は光散乱型の液晶層で、ここでは、ネマチック液晶材料と高分子樹脂との混合物からなる高分子分散型液晶を使用している。203、204、205 はそれぞれ赤、青、緑色等のカラーフィルター層で、上基板 201 の内面に形成されている。209 は表面に、後述する複数の光拡散形状が形成された透明な平板からなる導光板、213 は該導光板 209 の端面側に配置された発光源で冷陰極放電管又は発光ダイオード (LED) 又は小型電球等からなる。214 はランプリフレクターで、以上 209、213、214 で透過型照明体が構成されている。210 は光吸収部でここでは黒色の紙もしくは布を使用している。

【0041】次に、本実施例で用いた透過型照明体 (209、213、214) の具体例を図 7 (a)、(b) に示す。図 7 (a) は該透過型照明体の断面図、図 7

(b) は同じく外観図である。発光源 102 から出た光は、導光板 101 内に導入され、該導光板内を全反射を繰り返して進行する。そして、リブの側面 1010 に達した時、そこから光は斜め上方に向けて出射 (1003、1004) して被照射物 1002 (ここでは、前記光散乱型のカラー液晶表示装置である) を照らす。この時、出射角  $\theta$  が、0 度から 20 度の間に約 90% 以上の光が出射される事が実験の結果確かめられている。一方、該導光板 101 の上部より入射する外光に対しては、該導光板 101 は単なる透明平板として作用し被照射物 1002 の視認性を殆ど損なう事は無い。

【0042】本実施例に於いては、図 7 に詳述された透過型照明体を図 2 に示した透過型照明体 (209、213、214) として用いている。ここで、図 2 に戻り、光散乱型カラー液晶表示装置に於ける該透過型照明体 (209、213、214) の動作について説明する。発光源 213 から発せられた光束は導光板 209 内に導入され、全反射を繰り返しながら奥へと導光 (215) される。該導光 (215) が図 7 で示されたリブ状の突起の側面部に達するとそこから導光板 209 外 (図 2 では斜め上方) へ放出される。そして、該放出光が電圧無印加領域 (光散乱部) に達した場合には、そこで散乱を受けてほぼ全方位に向けた散乱光 212 となるが、その中でも上方向へ散乱される光の割合が多く、該電圧無印加領域 (光散乱部) は、上方向からの観察者にはカラーフィルター (203、204、205 等) を通した色の表示が観察される。一方、電圧印加領域 (透明部) に達

した放出光は、該電圧印加領域 (透明部) では散乱されずにそのまま斜め上方向へ放出 (211) される。この時、前述したように放出光 211 と導光板 209 の上面とのなす角  $\theta$  が 20 度以内に全放出光の 90% 以上が放出されるため、液晶表示体の法線方向から 45 度の円錐コーンを、今、仮に視野範囲とした場合、その範囲内からの観察者には殆ど放出光 211 は観察されない。従って、該電圧印加領域 (透明部) では、該観察者には光吸収部 210 の色、即ち黒色として観察される。このようにして、印加電圧の有無によりカラー表示機能を実現できる。

【0043】以上、本発明に基づく実施例によりその動作を説明したが、上述したように、電圧無印加領域に向けて放出された光はそこで散乱を受けるが、その内、約 60~70% の光は上方向へ散乱され、カラーフィルターにより約 70% 光吸収されても、約 20% の光が表示の明るさに寄与され、前述した従来例に示した偏光板、半透過反射板、更にはカラーフィルターを通して裏面から光を照射する方式に於ける光の利用効率 1~2% (半透過反射板 10% × 偏光板 35% × カラーフィルター 35%) に比べて格段にそのエネルギーの利用効率は向上する。更に、光散乱型液晶を用いているため、偏光板等による光吸収損失も少なく併せて明るい液晶表示装置が実現できる。これらの効果により、特に、携帯電話、携帯パソコン、データターミナル機器等の携帯型の電子機器にとっては、主電源である電池の寿命を延ばし煩雑な電池交換回数を減らすとともに、明るい表示と省エネルギーを両立させるという点で、特に望ましい液晶表示装置となる。

【0044】更に、前述した従来技術である光散乱型の液晶表示体の下面に照明体を配した時に生じた課題

(ロ) に示した、極端な表示コントラスト比の低下に関しては、本発明によれば光透明部からは、上方の観察者に向けて殆ど照明光が出ないため黒い表示外観が確保でき良好なコントラスト比を持った表示が実現できる。それにも増して、光散乱部に於いては入射外光 216 の散乱光の他、導光板 209 からの放出光の散乱光 212 も加わって上面に散乱されるため更に明るいカラー表示外観となり、表示コントラストも向上し、より明るく視認性の高いカラー液晶表示装置が実現できる。特に、前述した従来のカラー液晶表示装置に於いては、カラーフィルターによる光の吸収損失が大きいため、明るく美しいカラー表示の実現のため、従来から照明光源の発光光量を大きく (白黒表示の約 4 倍) する必要があり、そのため、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯型パソコン等の消費エネルギーが格段に大きくなり、電池の重量が増す他、連続動作時間が減少し、電池の交換や取り替えの回数が増えて、携帯性を著しく損ねてきた。本発明は、消費エネルギーを格段に減らす観点からも、上記諸課題を解決し、携帯性の向上に大きく寄与できるものとな

る。

【0045】本実施例では、導光板209の光拡散形状としてリブ形状を用いたが、実施例1に示した柱状の突起を用いても、同様の効果が得られる事は明かである。

【0046】又、ここで用いるカラーフィルター材料については、透明性の高い染料タイプのカラーフィルターの方が、比較的、散乱性のある顔料タイプよりも透明部での黒色を確保する意味からも好ましい。

【0047】(実施例3) 図9は、本発明に基づく導光板の別の(第3の)実施例を示す断面図である。図9において、導光板811の反出光面817側に光拡散形状として凹形状812aを有する。凹形状812aは任意のサイズ、形状(多角錐、円錐、楕円球、球等)をもち、その凹形状812aに到達した光束を導光板811平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換する機能を有するが、中心角90度以下の略球面にすることにより良好な特性を示すことがわかっていてる。

【0048】発光源82から導光板811へ導かれた光束は導光板811内で全反射を繰り返して導光していくが、導光板811の反出光面817には凹形状812aが設けられており、そこに到達した光束は導光板811平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換され、臨界角を越えた光束は出光面813より出光し、被照射物(ここでは前述した光散乱型の液晶表示装置である)86を照明する。

【0049】この時、出射角 $\theta$ は上記中心角の設定により変える事ができる。該中心角を小さくするほど出射角 $\theta$ を小さくすることができる。そして、適切な中心角を設定する事により、出射角 $\theta$ が0度から20度の間に射出光の90%以上を集中させる事ができる。また反出光面817側の凹形状以外の面は出光面813側と平行であるので、平板に交差する方向からの光(つまり、上部、下部からの光)に対しては光線を透過する垂直光線透過機能を有する。このことにより、導光板811は、法線もしくはそれに近い方向からの光に対しては殆ど透明平板と同様に見え特に被照射物86(ここでは光散乱型の液晶表示体)の表示外観を劣化させる事は殆ど無い。

【0050】これらの凹形状812aは照明部の面積に対して、任意の面積比で設定することができる。しかし、凹形状812aの面積比を大きくとることにより、照明の効率を上げることができるが、垂直透過光線の割合を減少させ、表示の視認性を低下させる。実際には50%を超える面積比に設定することは現実的でなく、10%前後の面積比に設定するのが妥当である。

【0051】凹形状812aの大きさは、可視光の波長がおおよそ380nmから700nm程度であることから、回折による影響が発生しないために5 $\mu$ m程度以上は必要であり、また、凹形状812a部が肉視で気にならない程度の大きさであるために概ね300 $\mu$ m以下が

望ましい。以上の内容に加え、製造上の利便性から凹形状の大きさはおおよそ10 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下が望ましい。

【0052】以上述べた様に、図9に示した凹形状を有する導光板も、前述した実施例1、2で示した導光板6、209として用いる事ができることは明かであり、その場合にも前述した効果が達成できることは明かである。

(実施例4) 図10は、本発明に基づく導光板の別の(第4の)実施例を示す断面図である。

【0053】図10において、導光板911の反出光面917側に凸形状912bを有する。凸形状912bは任意のサイズ、形状(多角錐、円錐、楕円球、球等などでも良いが、ここでは円錐を使用している)をもち、その凸形状912bに到達した光束を導光板911平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換する機能を有するが、頂角120度以上の略円錐面にすることにより良好な特性を示すことがわかっていてる。凸形状912bの密度、大きさについては前述の凹形状の場合に準じる。

【0054】発光源92から導光板911へ導かれた光束は導光板911内で全反射を繰り返して導光していくが、導光板911の反出光面917には凸形状912bが設けられており、そこに到達した光束は導光板911平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換され、臨界角を越えた光束は出光面913より出光し、被照射物(ここでは前述した光散乱型の液晶表示装置である)96を照明する。

【0055】この時、出射角 $\theta$ は上記頂角の設定により変える事ができる。該頂角を大きくするほど出射角 $\theta$ を小さくすることができる。そして、適切な頂角を設定する事により、出射角 $\theta$ が0度から20度の間に射出光の90%以上を集中させる事ができる。また反出光面917側の凸形状以外の面は出光面913側と平行であるので、平板に交差する方向からの光(つまり、上部、下部からの光)に対しては光線を透過する垂直光線透過機能を有する。このことにより、導光板911は、殆ど透明平板と同様に見え特に被照射物96(ここでは光散乱型の液晶表示装置)の表示外観を劣化させる事は無い。

【0056】以上図10に述べた凸形状を有する導光板も、前述した実施例1、2で示した導光板6、209として用いる事ができることは明かであり、その場合にも前述した効果が達成できることは明かである。

【0057】(実施例5) 図11は、本発明に基づく導光板の別の(第5の)実施例を示す断面図である。

【0058】図11において、導光板1111の反出光面1117側に光拡散部1112cを有する。該光拡散部1112cは任意のサイズ、形状(多角形、円、楕円等などでも良いが、ここでは円を使用している)をもち、その光拡散部1112cに到達した光束を導光板1



111平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換する機能を有する。光拡散部1112cの密度、大きさについては前述の凹形状の場合に準じる。光拡散部1112cの材料は屈折率の異なる材料(例えば酸化チタンと透明樹脂、または酸化アルミニウムと透明樹脂)の混合物により光散乱効果が得られる。また、光の利用効率を向上するために該光拡散部1112cの下面にアルミニウム、銀等の反射層を設けても良い。

【0059】発光源112から導光板1111へ導かれた光束は導光板1111内で全反射を繰り返して導光していくが、導光板1111の反出光面1117には光拡散部1112cが設けられており、そこに到達した光束は導光板1111平面に対して、大きい仰角( $\alpha$ )を持つ光束に変換され、臨界面を越えた光束は出光面1113より出光し、被照射物(ここでは前述した光散乱型の液晶表示装置である)116を照明する。

【0060】また反出光面1117側の光拡散部以外の面は出光面1113側と平行であるので、平板に交差する方向からの光(つまり、上部、下部からの光)に対しては光線を透過する垂直光線透過機能を有する。このことにより、導光板1111は、殆ど透明平板と同様に見える特に被照射物116(ここでは光散乱型の液晶表示装置)の表示外観を劣化させる事は殆ど無い。

【0061】以上図11に述べた光拡散部を有する導光板も、前述した実施例1、2で示した導光板6、209として用いる事ができることは明かであり、その場合にも前述した効果が達成できることは明かである。

(実施例6)図8は本発明に基づく他の実施例で、照明手段を有する光散乱型の液晶表示装置の断面図である。801は上基板、802は下基板、807、808はそれぞれ上、下基板801、802の互いに対向する面上に形成された透明電極、803は光散乱型の液晶層で、ここでは、ネマチック液晶材料と高分子樹脂との混合物からなる高分子分散型液晶を使用している。以上から光散乱型の液晶表示体が形成されている。814は該液晶表示体の端面側に配置された発光源で冷陰極放電管又は発光ダイオード(LED)又は小型電球等からなる。815はランプリフレクター、810は光吸収部で、ここでは黒色の紙、布等からなる。本実施例に於いては、発光源814から発せられた光は、液晶表示体の端面部から導入され、上基板801の上面と下基板802の下面に於いてそれぞれ全反射を繰り返しながら奥へと進行する。その途中で液晶層の電圧無印加部(光散乱部)816に達した光は、そこで光散乱を受けて、ほぼ全方位に向けた散乱光818となり、そのうち下方へ散乱された光は光吸収部810に吸収されるが、上方に散乱された光は上基板801を突き抜けて、上方からの観察者に達する。従って、上方からの観察者には、該電圧無印加部(光散乱部)816は白く輝いて見える。一方、液晶層803中の電圧印加部(光透明部)819に於いては、

発光源814からの光は散乱を受けずにそのまま透過し、全反射を繰り返しながら液晶表示体の他の端面部817に向けて進み、そこから外部へ放出される。従って、該電圧印加部(光透明部)819では、上方の観察者には発光源814からの光は達せず、該観察者には下部の光吸収部810の色、即ち黒色として観察される。このようにして、印加電圧の有無により白黒表示が実現できる。

【0062】以上、本実施例の動作を説明したが、上述したように、電圧無印加部(光散乱部)816に達した発光源814からの光はそこで散乱を受けるが、そのうち約30%は上方向(観察者方向)に達する。これは、図3に示した従来例の光の利用効率3%(偏光板30%×半透過型反射板10%)に比べ、大幅に光エネルギーの利用効率が向上できることは明かである。又、従来例で示された課題(ロ)のコントラストの低下に関しては、上述したように電圧印加部(光透明部)819に於いては、発光源814からの光は観察者に到達せず、従って光吸収層の黒が確保でき良好なコントラストが実現できる。このように本実施例に於いても、明るい表示画質と省エネルギーの照明手段とが両立できるため、特に、携帯電話、携帯パソコン、データターミナル機器等の携帯型の電子機器にとっては、主電源である電池の寿命を延ばし煩雑な電池交換回数を減らすとともに、屋内外で明るい表示が実現でき、特に望ましい液晶表示装置となる。

【0063】以上の効果に加えて、本実施例に於いては、実施例1、2で示した透過型照明体と下基板とを兼ねさせているため、実施例1、2で示した様な、独立した透過型照明体を用いた場合に比べ、液晶層803と光吸収部810との間隔がより狭くなるため、白表示部と黒表示部との段差がより小さくなり表示の視認性は更に一段と向上する。また、液晶表示装置の総厚も薄くなりますます携帯機器の表示装置として適している。

【0064】(実施例7)図12は、前述した本発明に基づく照明手段を有する、光散乱型のカラー液晶表示装置を表示部に持つ携帯型パソコンの外観図である。

【0065】携帯型パソコンは、屋内外、昼夜等、任意の環境下で使用され、常に視認性の高いカラー表示性能と、携帯性に優れた軽さ、薄さ、及び電池交換の少ない長時間作業性が特に求められる。

【0066】本発明に基づく照明手段を有する光散乱型のカラー液晶表示装置を該携帯型パソコンの表示部に用いれば、従来のTN型カラー液晶表示装置に比べて、常に明るく美しいカラー表示が格段に少ない消費電力で実現でき、従って、電池重量が軽くなり携帯性が大いに向上するとともに、電池寿命も長くなり動作時間が延長され煩雑な電池交換回数が減り、省エネルギー、省資源に適した携帯型パソコンが実現できる。

【0067】本実施例では携帯型パソコンの例を示した



が、他の携帯型の電子機器、例えばデジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯電話、携帯型データターミナル、電子手帳などの電子機器に対して本発明に基づく液晶表示装置を用いても、上述した効果が得られる事は明かである。

【0068】

【発明の効果】 以上説明した通り、本発明によれば、明るく、美しく、表示コントラスト比の高い、白黒、又はカラー液晶表示装置が、低電力、省エネルギーで実現でき、特に、屋内外あらゆる所で使用され、何時でも何処でも視認性が高く、しかも軽量化、省電力化が求められる携帯型の電子機器にとって、特に有用な技術となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1実施例である、照明手段を有する光散乱型の液晶表示装置の断面図。

【図2】 本発明の他の実施例である、照明手段を有する光散乱型のカラー液晶表示装置の断面図。

【図3】 従来技術に基づく照明手段を有する反射型液晶表示装置の断面図。

【図4】 従来技術に基づく照明手段を有する反射型カラー液晶表示装置の断面図。

【図5】 本発明に用いられる光散乱型の液晶表示装置の断面図。

【図6】 本発明の透過型照明体の一実施例を示す外観図と断面図。

【図7】 本発明の透過型照明体の他の実施例を示す断面図と外観図。

【図8】 本発明の他の実施例である、照明手段を有する光散乱型の液晶表示装置の断面図。

【図9】 本発明の透過型照明体の他の実施例を示す断面図。

【図10】 本発明の透過型照明体の他の実施例を示す断面図。

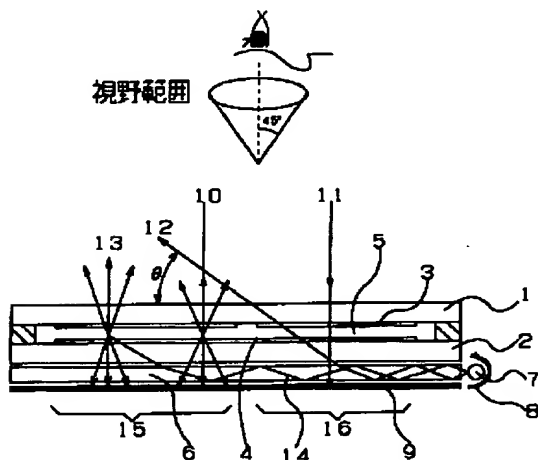
【図11】 本発明の透過型照明体の他の実施例を示す断面図。

【図12】 本発明にもとづく携帯型パソコンの斜視図。

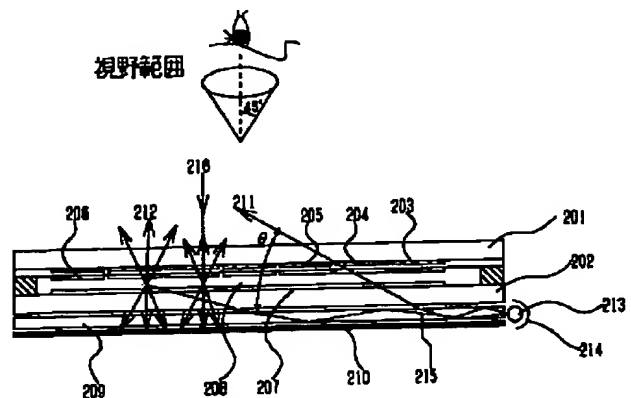
【符号の説明】

- |     |               |
|-----|---------------|
| 1   | 上基板           |
| 2   | 下基板           |
| 3、4 | 透明電極          |
| 5   | 光散乱型の液晶層      |
| 6   | 導光板           |
| 7   | 発光源           |
| 9   | 光吸収部          |
| 15  | 電圧無印加領域（光散乱部） |
| 16  | 電圧印加領域（透明部）   |

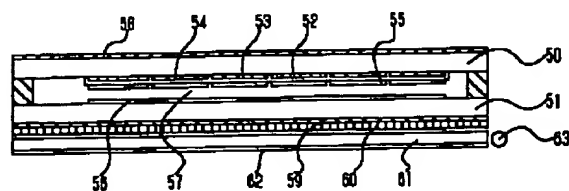
【図1】



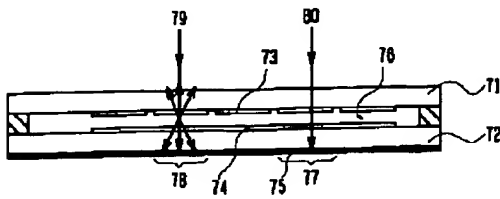
【図2】



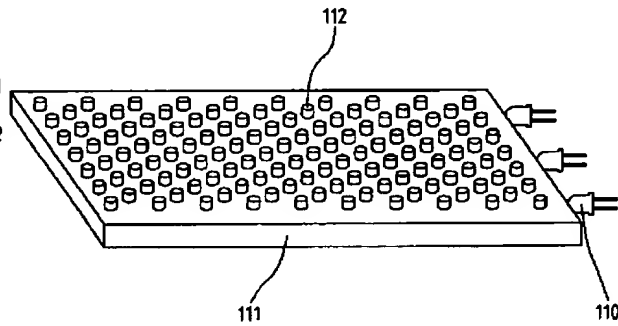
【図4】



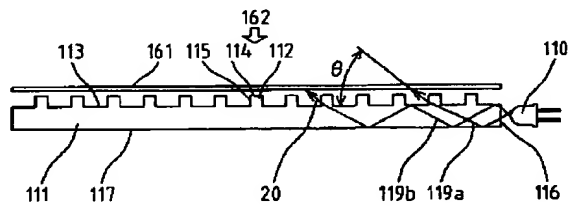
【図 5】



【図 6】

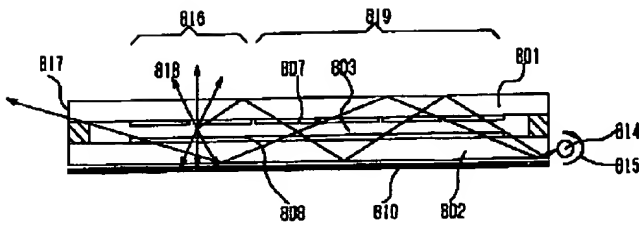


(a)

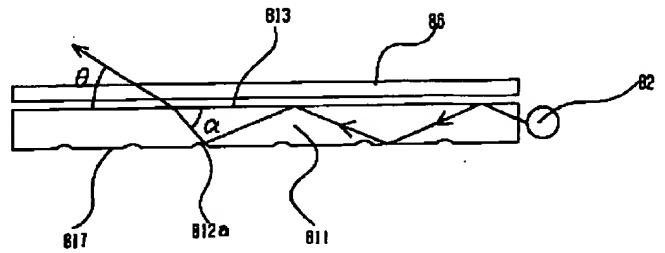


(b)

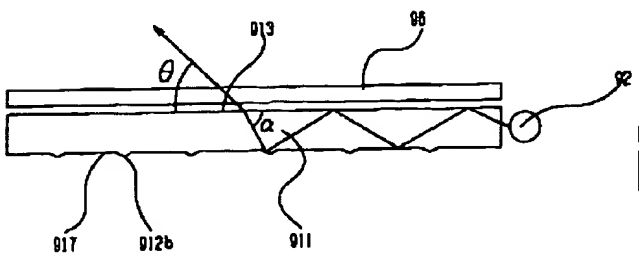
【図 8】



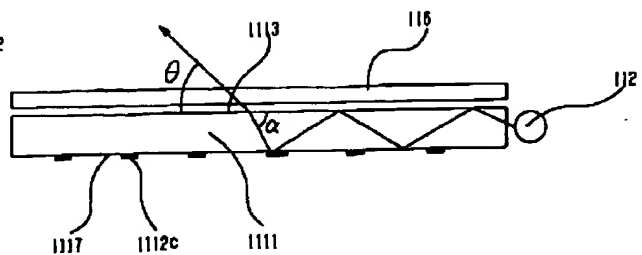
【図 9】



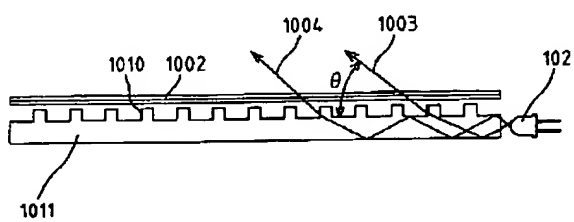
【図 10】



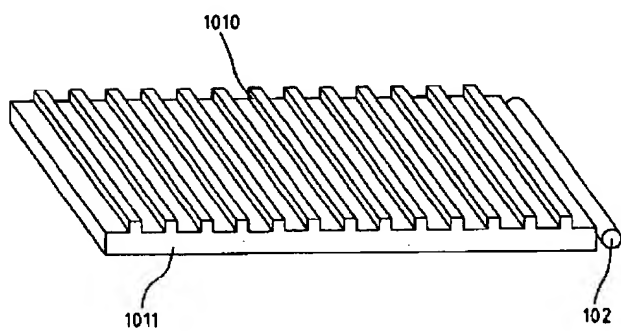
【図 11】



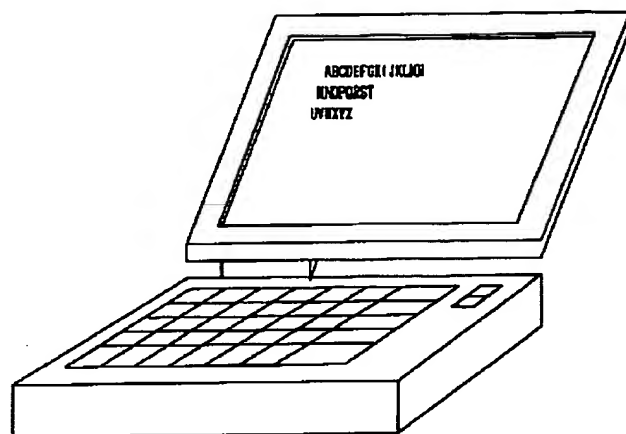
【図 7】



(a)



【図 12】



③ 10-206849

[0035]

(First Embodiment)

FIG. 1 shows the first embodiment based on the present invention. In FIG. 1, reference symbols 1 and 2 denote upper and lower substrates, respectively, 3 and 4 denote transparent electrodes formed on the opposite surfaces of the upper and lower substrates 1 and 2, respectively, 5 denotes a light scattering liquid crystal layer. In this embodiment, a high molecular scattering liquid crystal consisting of a mixture of a nematic liquid crystal material and a high molecular resin is used as the light scattering liquid crystal layer 5. Needless to say, even if a dynamic scattering liquid crystal (DSM type) stated above or a light scattering liquid crystal consisting of a mixture of a nematic liquid crystal material and a cholesteric liquid crystal material is used, the object and advantage of the present invention can be attained. Reference symbol 6 denotes a light guide plate consisting of a transparent flat plate the surface of which a plurality of light spattering shaped elements to be described later are formed, and 7 denotes a light emission source arranged on the end face side of the light guide plate 6 and consisting of a cold cathode discharge tube, hot cathode discharge tube, a light emission diode (LED), a small size incandescent lamp or the like. Reference 8 denotes a lamp reflector. A transparent illumination body is constituted out of these elements 6, 7 and 8. The transparent illumination body functions as a simple

transparent plate for light applied from the upper surface thereof and does not degrade the visibility of a liquid crystal display body superposed thereon. Also, a light beam emitted from the light emission source 7 is guided into the light guide plate 6, which plate functions to radiate the light beam mainly from one surface of the plate.

[0036]

FIG. 6 shows a concrete example of the transparent illumination body; FIG. 6(a) is an outside view and FIG. 6(b) is a cross-sectional view. A light guide plate 111 has light scattering columnar protrusions 112 provided on one side of a transparent plate as shown in FIG. 6(a). As shown in FIG. 6(b), the surfaces of each of the columnar protrusions 112 consist of a surface (upper surface 114) almost parallel to a surface 113 and surfaces (side surfaces 115) almost perpendicular to the surface 113. The light guide plate 111 is made of a transparent material having a refractive index of 1.4 or more. Light beams from a light emission source 110 are, as indicated by light beams 119a and 119b, incident from an end face 116, repeatedly and totally reflected in the light guide plate 111 and emitted only from the side surfaces 115 of the protrusions 112. Due to this, light beams are mainly emitted from the upper surface of the light guide plate 111 in diagonally upward direction and an illumination target body 161 (which is the light scattering liquid crystal display body shown in FIG. 1) can be effectively illuminated.

[0037]

At this moment, it is confirmed experimentally that about 90 % of the light or more is emitted from the side surfaces 115 serving as light emission surfaces with an angle ( $\theta$ ) in a range of about 0 to 20 degrees relative to the surface 113. In addition, it is confirmed that if the surface of the light guide plate 111 is processed to be smooth, light spattering cores hardly exist on the plate for external light 162 incident on the light guide plate 111 from above and the plate 111 appears as if a transparent flat plate exists when the plate is observed from above and that the appearance of the illumination target body 161 is hardly hampered. The magnitude (or diameter) of the upper surface 114 of each columnar protrusion 112 is required to be 5  $\mu\text{m}$  or more so as to avoid the influence of diffraction since visible light is about 380 nm to 700 nm in wavelength, and is preferably about 300  $\mu\text{m}$  or less since the columnar protrusions 112 have such magnitudes as not to be outstanding to the naked eyes. The magnitude of each protrusion is more preferably not less than about 10  $\mu\text{m}$  and not more than 100  $\mu\text{m}$  for the sake of convenience during manufacture. Further, the height of each columnar protrusion 112 is preferably almost equal to the diameter of the upper surface 114. The light emission source 110 may be either a tubular light source such as a cold cathode discharge tube and a hot cathode discharge tube or a spot-like light source such as an LED and an incandescent lamp. Further, while a lamp reflector is not shown in FIG. 6, optical energy using efficiency further improves if the lamp reflector is provided.

[0038]

In this embodiment, the transparent illumination body shown in FIG. 6 in detail is employed as the transparent illumination body (6, 7, 8) shown in FIG. 1. Now, referring back to FIG. 1, the operation of the transparent illumination body (6, 7, 8) in the light scattering liquid crystal display device will be described. A light beam emitted from the light emission source 7 are introduced into the light guide plate 6 and guided deep inside (14) while repeating total reflection. If the guided light beam (14) reaches the side surface portions of the columnar protrusions shown in FIG. 6, the light beam is discharged to the outside of the light guide plate 6 (diagonally upward in FIG. 1). Then, if the discharged light beam reaches a voltage unapplied region (light scattering region) 15, the light beam is scattered and changed to scattered light beams 13 almost in all directions. Among these scattered light beams, the rate of the light beams scattered upward is high and the region 15 appears a cloudy, bright white display to an observer observing from upward direction. At this moment, scattered light beams from an external light beam 10 are added and the region 15, therefore, appears a bright white. On the other hand, the discharged light beam 12 reaching a voltage applied region (transparent section) 16 is not scattered in the region 16 and discharged in diagonally upward direction (12) as it is. At this moment, 90 % or more of the entire discharged light is discharged at the angle  $\theta$  between the scattered light 12 and the light guide plate 6 of 20 degrees or less as stated above.



Due to this, if it is assumed that a circular cone at 45 degrees with respect to the normal direction of the liquid crystal display body is a field of view range, the discharged light beam 12 is hardly observed in the field of view. Accordingly, the observer from upward direction observes the region 16 having the color of the light absorbing section 9, i.e., black. In this way, it is possible to realize a display function by changing the white and black displays depending of whether or not voltage is applied.

[0039]

The operation of the liquid crystal display device has been described so far with reference to the embodiment based on the present invention. As already stated above, a light beam discharged to the voltage unapplied region 15 is scattered in the region 15. About 60 to 70 % of the light is scattered in upward direction (i.e., the direction of an observer). Due to this, the optical energy using efficiency of the liquid crystal display device of the present invention improves compared with the optical energy using efficiency of 3 % (deflecting plate 30 % x semi-transparent reflecting plate 10 %) of the system for applying a light beam from a rear surface through the deflecting plate and the semi-transparent reflecting plate as described as the related art example. Furthermore, since the light scattering liquid crystal is used, a light absorption loss due to a deflecting plate or the like is small and it is, therefore, possible to realize a bright liquid crystal display device. Because of these advantages as well as because of the

fact that the life of a battery serving as a main power supply is lengthened, the number of times of laborious battery replacement is reduced and both bright display and energy saving can be realized, the liquid crystal display device of the present invention is particularly desirable for a portable electronic equipment such as a mobile telephone, a portable personal computer or a data terminal equipment.

[0040]

Moreover, as regards the problem (□) described in Related Art Part above, i.e., display contrast ratio is extremely lowered, the present invention can ensure a black display appearance and realize display with a good contrast ratio since illumination light is hardly emitted from the light transparent section 16 toward the observer at 45 degrees or less with respect to the normal direction of the liquid crystal body as already stated above. Besides, not only the scattered light beam of the incident external light 10 but also the scattered light beam 13 of the discharged light beam from the light guide plate 6 are scattered onto the upper surface of the light scattering section. Due to this, it is possible to provide a brighter white appearance, to further improve display contrast and to realize a brighter reflection liquid crystal display device with good visibility.